

임상 체성감각 유발전위 검사

메리놀병원 재활의학과

류재관·김종순

Clinical Somatosensory Evoked Potential

Ryoo, Jae Kwan, R.P.T.,M.P.H., Kim, Jong Soon, R.P.T

Dept. of Rehabilitation Medicine, Maryknoll Hospital

— ABSTRACT —

Evoked potentials(EP) are defined as electric responses of the nerves system to sensory stimulation. EPs are used mainly to test conduction in the visual, auditory, and somatosensory systems, especially in the central parts of these systems. Somatosensory evoked potentials (SEP) are the potentials elicited by stimulation of peripheral nerves and recorded at various sites along the sensory pathway. SEPs types consist mainly of SEPs to electric stimulation of arm or leg nerves. SEPs to arm stimulation are usually recorded simultaneously from clavicular, cervical, and scalp electrodes ; SEPs to leg stimulation are recorded from lumbar, low thoracic, and scalp electrodes. Subject variables that have practical importance are age, limb length, body height, and temperature. General clinical interpretation of abnormal SEPs wave decreases of peripheral conduction time, and abolition of SEPs recorded from different levels to identify lesions of peripheral nerves, plexus, nerve root, spinal cord, cauda equina, hemispheric brainstem, and cerebral parts of the somatosensory pathway.

Key Words : Evoked Potential(EP), Somatosensory Evoked Potential(SEP), Conduction time, Somatosensory pathway

차 례

머리말

본 론

유발전위검사란?

체성감각 유발전위의 유형

체성감각 유발전위의 신경발생기

체성감각 유발전위 검사에 영향을 미치는 요인

Recording parameter

비정상 체성감각 유발전위

맺 음 말

참고문헌

머 리 말

신경계 질환을 크게 말초성인 것(peripheral type)과 중추성인 것(central type)으로 나눌 때 말초성 병변에 대해선 근전도 검사, 신경조직 검사, 효소검사 등 이학적 소견으로 많은 진전이 있었다. 또한 중추성 병변은 뇌파검사, 뇌전산화 단층촬영(CT), 자기공명영상 촬영(MRI), 양전자방출 단층촬영기(positron emission tomography : PET) 등의 발달로 신경 해부학적인 병소의 발견이 용이해 졌으며 신경생리학적인 측면에서는 유발전위 반응의 이용이 최근에 각광을 받고 있다.^{42,60)}

유발전위 반응은 19세기 말 Caton이 시각 유발전위와 체성감각 유발전위를 처음으로 발견한 이후⁷⁾ 1947년 Dawson이 불규칙적인 배경에서 미세한 파만 합산(signal average)하는 기술을 이용하여 처음으로 인체에서 체성감각 유발전위 반응을 얻을 수 있었으며^{13,14,15,16,17)} 1960년대부터 컴퓨터를 이용한 현대의 유발전위 반응 기계가 출현하게 되었다.²⁶⁾ 유발전위 반응은 말초신경에 자극을 가하여 얻어지는 신경조직의 전기생리학적인 반응을 말하는 것으로 이러한 반응들은 특히 time-locked signals라고 하여 자극후 일정한 시간에 비교적 일정한 형태의 신호(signals)로 나타나는 특성을 갖고 있다. 그러나 이들 전위는 신체내에 존재하는 여러 잡음(noise)의 전위에 비해 매우 낮아서 그대로 파악하기는 불가능 하므로 여러 신호를 거듭 반복하여 얻어지는 유발전위는 몇 개의 파형이 보이는데 이들 파형은 해당기관의 해부학적 구조 및 생리적 상태에 의해 형성된다.⁴⁷⁾

체성감각유발전위의 진단가치가 임상에서 보편화되기 이전에 신경계 이상유무에 주로 사용되던 신경전도속도 검사로서는 그 검사가 말초신경에 국한되었을 뿐 아니라 말초신경에서도 근위부 검사시에는 어려움이 있었다. 말초신경 근위부 검사에는 F-wave, root stimulation, H 반사를 사용하였는데, F-wave는 운동신경에

국한되고 root stimulation은 통증이 심하고 H 반사는 S1 root에 진단 가치가 한정되는 등 단점이 있었다.^{6,32,33)} 그러나 체성감각 유발전위는 검사하고자 하는 말초신경을 자극하여 체성감각 전도로의 전구간 즉 말초신경 뿐만 아니라 자극이 Ia-type 감각신경을 따라 주행하는 척수후근, 내측용대 전도체, 두정엽의 체성감각영역 등의 중추신경계까지 환자에게 큰 불편을 주지 않고 검사할 수 있어 그 유용성이 크게 부각되고 있다.

최근 몇몇 병원에서만 시행되던 유발전위 검사가 점차 보편화하는 추세에 있고 새로운 학문에 대한 연구 또한 활발해지고 있다. 이에 우리의 관심분야도 한단계 넓혀 가고 유발전위가 임상에서 활용될 수 있는 객관적 평가도구로서 유용할 것으로 생각되어 체성감각 유발전위를 중심으로 이론적인 배경과 방법 등을 문헌고찰을 통하여 소개하고자 한다.

본 론

유발전위검사란?

유발전위 검사(Evoked Potential : EP)는 신경계의 자극 부위에 따라 시각유발전위 검사(Visual Evoked Potential : VEP), 청각유발전위검사(Brainstem Auditory Evoked Potential : BAEP), 체성감각유발전위검사(Somatosensory Evoked Potential : SEP)로 부르고 있다. 시각유발전위 검사는 시신경을 자극하여 시신경 경로의 이상여부 및 안구질환을 검사하며 청각유발전위 검사는 청신경을 자극하여 5~7개의 파를 얻어 약물에 의한 청신경의 손상유무, 소뇌교의 종양, 탈수질환, 변성질환, 뇌순환장애에 의한 뇌간이상, 혼수 상태의 감별, 뇌사의 판정, 소아의 청력이상 유무, 수술중의 신경기능의 추적 등에 이용 된다. 또한 체성감각유발전위 검사는 각종 말초신경을 자극하여 말초신경 및 내측용대 전도체의 이상 유무를 측정하는데 이용되고 있다.

혹자는 이러한 유발전위 검사를 뇌유발전위 검사라고 표현하기도하나²⁶⁾ 체성감각유발전위의 경우에 말초부위와 척수에서도 유발전위를 발견할 수 있으므로 반드시 뇌유발전위라고 부르는 것은 무리가 있는듯 하다.

체성감각 유발전위의 유형

체성감각 유발전위 검사는 크게 기록부위와 자극방법에 따라 구분 할 수 있는데 기록부위에 따른 체성감각 유발전위는 쇄골부 체성감각 유발전위 검사(clavicular SEP), 요추부 체성감각 유발전위 검사(lumbar SEP), 흉추부 체성감각 유발전위 검사(thoracic SEP), 경추부 체성감각 유발전위 검사(cervical SEP), 두피부 체성감각 유발전위 검사(scalp SEP) 등으로 나눌 수 있다.⁵⁰⁾ 또한 자극 방법에 따른 체성감각 유발전위는 임상에서 사용하기 가장 적합한 감각신경과 운동신경을 포함한 복합신경을 자극하는 복합신경 체성감각 유발전위 검사(mixed nerve SEP)⁵⁾, 감각신경 활성 전위가 소실 되었거나 매우 작아서 말초신경 전도 속도 검사로 측정이 불가능 할 때나 범의학적으로 모호한 감각저하(numbness)의 평가와 손상 유무의 판정이 쉽지 않았던 삼차신경이나³⁷⁾ 외측대퇴피신경(lateral femoral cutaneous nerve)⁵⁸⁾ 등의 순수 감각신경만을 자극하는 감각신경 체성감각 유발전위 검사(cutaneous nerve SEP)⁵⁾, 피부절에 따라 자극하여 감각신경 체성감각 유발전위보다 더 부분적으로 검사할 수 있는 피부절 체성감각 유발전위 검사(dermatomal SEP)⁵⁾, 단극성 침전극으로 운동점을 자극하는 운동점 유발전위 검사(motor point SEP)¹⁹⁾, Goodridge²⁴⁾ 등에 의해 제안되어 척추측방(paraspinal) 부위에서 자극하여 방사선으로 알 수 없는 척수병변 부위를 추정하고 척수를 통과하는 감각신경 전도를 측정하는 척추측방 체성감각 유발전위 검사(paraspinal SEP)²⁰⁾ 등으로 구분 할 수 있다.

체성감각 유발전위의 신경발생기

일반적인 체성감각 유발전위 검사는 각각의 말초신경을 자극하여 그 자극이 Ia-type 감각신경을 따라 척수후근 및 반대쪽 내측용대를 지나 두정엽의 감각중추에 도달하는데^{11, 22, 27, 35, 43)} (Fig. 1) 이때 신경 주행의 각 부위와 두피에서 유발전위를 기록하게 된다.

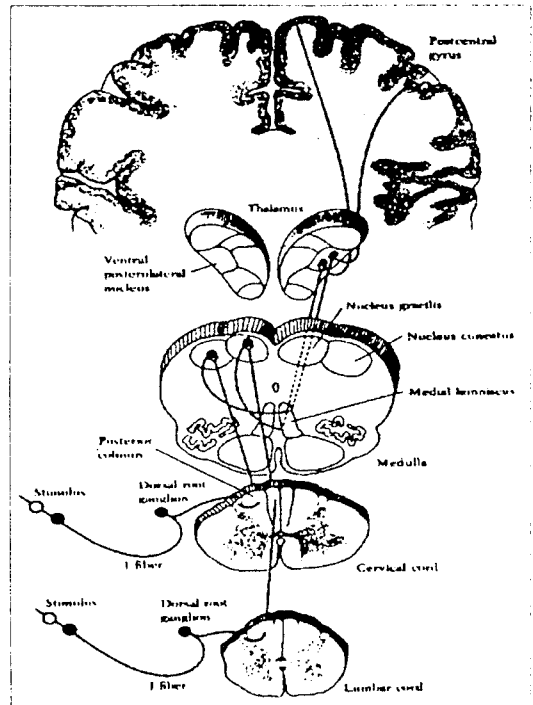


Fig. 1 Pathway for the somatosensory evoked potential(SEP). Peripherally the SEP is mediated by large Ia sensory fibers and centrally by the dorsalcolumn-medial lemniscal system.

체성감각 유발전위 검사시 일반적으로 검사하는 상지의 정중신경과 척골신경의 경우 가장 일반적인 기록방법은 신경전도도를 따라서 쇄골부(Erb's point), 하부 경추부(lower cervical area), 반대측 감각피질부(contralateral sensory cortex)의 세 부위에서 기록한다. 이러한 방

법의 장점은 구간별 병소의 위치 추정 가능성이 있고 잠복시차를 측정할 수 있다는 장점이 있다.⁴⁷⁾

쇄골부에서 발생하는 파형(wave)은 초기의 두드러진 positive peak와 이어 나타나는 두드러진 negative peak(N9)를 볼 수 있는데 이러한 파형의 신경 발생기는 상완신경총으로 알려져 있다. 경추부에서는 정상인의 경우 다섯 개의 negative components가 나타난다. 첫 번째 negative peak(N9)는 상완신경총의 반사활동으로 인하여 쇄골부와 일치한다. 마지막 negative peak는 체성감각 피질부(somatosensory cortex)의 영향으로 인하여 발생한다(N20). 나머지 세 components는 피질하 구조(subcortical structure)를 대변하는데, 첫 번째 peak(N11)는 척수후근에서 발생하고 두 번째 peak(N13)는 cervical SEP에서 두드러지게 잘 나타나는 components로써 고위 경추(higher cervical cord)에 발생기를 가진다. 세 번째 negative peak(N14)는 내측용대로부터 발생기를 가지는 것으로 여겨진다. 그러나 정상인이라 할지라도 첫 번째(N11)와 세 번째(N14) peak를 확실히 볼 수는 없다.⁴⁷⁾ 그래서 경추부 SEP에서는 두드러지게 잘 나타나는 N13 peak를 중요한 진단 기준으로 삼는다. 대뇌 감각피질부(C3' 또는 C4')에서 발생하는 peak는 primary short-latency와 방사성 secondary long-latency components로 구성되어 있다. Primary short-latency response는 첫 번째 positive peak(P14)와 뒤따라서 나타나는 negative peak(N20)로 특징 지워진다. P14 peak는 subcortical activity를 나타내고 cervical SEP의 세 번째 negative component(N14)와 일치한다. 이 중 N20 peak가 중요한 진단가치로 인정되는데 그 신경 발생기는 원발성 감각피질이라고 알려져 있다.^{4, 23, 40, 47, 54, 57, 59)}

하지의 경우 일반적으로 비골 신경과 후경골 신경을 선택하는데 가장 일반적인 방법은 감각 전도도를 따라서 두 지점 즉 요추부와 대뇌 감각피질부에서 반응을 기록한다. 이러한 방법

역시 잠복시차 측정이 가능하고 말초부위의 기능 이상과 중추부의 기능 이상의 감별이 가능한 장점이 있다. 요추부에서 발생하는 peak는 하부 흉추부(lower thoracic spine)와 상부 요추부(upper lumbar spine) 사이에서 최대의 진폭을 가지는 것으로 알려져 있다. 이때의 신경 발생기는 cauda equina로 예상되어지고 있다. 그리고 대뇌 감각피질부에서 발생하는 peak는 4개의 components로 구성되는데 초기의 positive peak와 negative peak가 교대로 나타나 P37, N45, P57, N73으로 구성되어 있다. 그러나 N45이후 long latency는 그 안정성이 short latency에 비해 떨어지므로 P37이 가장 중요한 진단가치로 여겨지고 있다. 이러한 components 신경 발생기는 원발성 감각피질로 알려져 있다.^{4, 23, 40, 47, 54, 57, 59)}

상지의 쇄골부 전위와 하지의 요추부 전위는 말초부에서 중추신경부로 주행하는 하나의 기점으로써 말초신경계 진단에 중요하며 경추부(N13)에서 반대측 대뇌 감각피질부(N19)까지와 요추부(N20)에서 대뇌 감각피질부(P37)까지의 측정은 SEP에서 중추부 전도(central conduction)로 중추신경계 내의 진단에 중요한 의미를 가진다.^{30, 41, 56)}

체성감각 유발전위 검사에 영향을 미치는 요인

체성감각 유발전위의 검사시에 여러 가지 요인에 의해서 잠복시와 잠복시차 그리고 진폭이 영향을 받을 수 있다. 검사시 피검자(subject)가 불안해 하거나 편안하지 못할 경우 기록부위의 근육파(muscle potential)에 의해 안정적인 SEP파를 구하기 어려우므로 환자가 전신적인 근이완이 되도록 편안한 자세의 유지가 필요하다.⁵⁰⁾ 이러한 전신적인 근이완 이외도 두부 및 안면부의 근이완이 필요하며, 특히 턱 주위의 근이완은 정확한 파형을 얻는데 중요시된다. 이러한 노력에도 불구하고 피검자의 근이완이 이루어지지 않을 경우 김국기¹⁾ 등은 바륨(valium) 등으로 안정시키거나 수면을 시

킨후 검사하였으나 Slimp⁵³⁾는 진폭을 크게 감소시킨다 하여 수면 상태를 피하였다. Oh⁴⁷⁾는 short-latency는 졸림, 수면, 가벼운 마취에 영향을 받지 않지만 barbiturates의 약제 등에 의한 깊은 마취에서는 영향을 받는다고 하는 등 수면에 대한 학자마다의 의견이 엇갈리고 있으나 수면을 취하여도 임상적으로 중요한 short-latency는 변하지 않는 것으로 알려져 있다.⁵⁰⁾ 또한 피검자의 연령도 잠복시와 잠복시차에 영향을 미치는데 정중신경 자극시 SEP잠복시는 3세에서 10세 사이에 성인에 차츰 가까워진다. 연령이 어릴수록 작은 신체를 가지고 있기 때문에 출생시 약 10 m/sec 정도 중추전도 속도가 증가하고 8세 정도에서 약 50 m/sec의 성인 정상치에 근접한다.^{4, 9, 38, 52)} 이에 반하여 말초전도속도의 정상 성인치에 접근하는 기간은 매우 빠르다. 출생 직후 20~25 m/sec에서 12~18개월에는 60~80 m/sec의 정상 성인치를 보인다. 후경골신경 자극시 신생아에서 척수(spinal cord)와 말초신경의 전도속도가 성인의 절반정도이다. 말초전도속도는 약 3세 경에 성인의 속도에 도달하고 cord전도는 4~6세경에 성인의 속도에 도달한다. 성인기에서 노년기로 노화가 이루어 지면서 잠복시와 잠복시차, 진폭의 변화가 나타나기 시작한다. 정중 신경 SEP에서는 말초 전도속도가 성인기 동안 매년 0.16 m/sec 비율로 감소된다는 보고와 22세에서 71 m/sec에서 82세에서는 61 m/sec로 감소된다는 보고가 있었다.^{50, 60)} 경추부의 진폭은 40세 이후 감소해 간다. 체성감각피질의 노화정도는 N19와 이어서 발생하는 positive peak의 잠복시 증가로 추정할 수 있다. 후경골신경 SEP의 경우 말초전도 속도는 성인기 동안 꾸준히 감소하고 척수 전도속도는 60세 이상에서 서서히 감소된다. 몇몇 연구에서는 남자가 여자보다 긴 잠복시를 가진다고 보고 되었다. 그러나 대부분의 검사실에서는 두가지 성별을 정상군에서 나누어 사용하지 않는다.^{2, 9, 10, 50)} 잠복시는 자극부와 기록전극 사이의 거리에 달려 있다. 그러므로 전도속도의 측정을 위해서 사지

의 길이는 정확히 측정되어야 한다. 특히 후경골신경을 자극하는 SEP는 정중신경을 자극하는 SEP보다 사지의 길이 측정이 중요하다.^{36, 50)} 검사실의 온도는 항상 23~26 °C로 유지해야 하며 피부의 온도가 30~35 °C가 되도록 검사하고자 하는 사지를 따뜻하게 유지시켜야 한다.^{3, 25)}

Recording parameter

① 자극의 종류와 강도 : 일반적으로 차성각각 유발전위 검사시에는 침전극이나 표피 전극을 사용하여 말초신경을 전기 자극하는 방법이 임상적으로 가장 유용한 자극 유형으로 인식되고 있다.²³⁾ 이때 사용되는 자극전극중 표피전극은 EEG disc electrode와 양극성(bipolar)근전도전극, 손가락이나 회음신경 자극을 위한 윤상전극(ring electrode)이 있다. 침전극은 가는 스테인레스침이나 다른 비활성 금속으로 된 직경 1 mm 이하의 길이 1 cm 정도의 전극이 사용된다.⁵⁰⁾ 자극의 강도는 보통 복합신경의 경우 운동 역치(motor threshold)보다 약간 높게 가하는데 이때 가시적 연속을 볼 수 없으면 말초신경염이라고 의심할 수 있다.^{10, 50)} 감각신경을 자극하기 위한 자극강도는 감각역치(sensory threshold)의 2.5~3배 정도가 권장되고 있다.²⁹⁾ 그러나 천층감각(superficial sensory)을 상실한 경우의 자극강도는 국소에 손상을 피할 수 있도록 주의 깊은 배려가 필요하다. 이러한 전기 자극 이외에도 touch, vibration, joint movement, muscle stretch, pain, temperature change 등 자연적인 자극 방법이 체성감각 유발전위의 임상 연구에 사용되나 이러한 자극방법이 자연적이며 sensory end-organ의 기능 결함을 검사 할 수 있다는 장점에도 불구하고 torque motor와 같은 고가의 장비가 필요하고²⁰⁾ 자극과 검사기기 사이의 동시적 전달 결여로 인하여 진폭이 매우 작아 측정하기 힘들며 잠복시가 다소 연장되고 far-field 전위를 기록하기 어렵다는 단점 등으로 인하여 임상에서는 거의 사용되지 않고 있다.^{18, 28, 31, 40)}

② 전극의 위치 : 전극의 위치는 학자마다 차이가 있고 아직까지 각 유발전위 검사실마다 일치되어 있지는 않지만²⁰⁾ 임상에서 일반적으로 사용되는 전극의 위치는 상지 검사시 기록전극(recording electrode)은 네 개의 채널(channel : ch)을 이용하여 ch1은 쇄골부(Erb's point), ch2는 제 7경추의 극돌기, ch3은 제 2경추의 극돌

기, ch4는 Inter-international 10~20 EEG recording system에 의하여 자극되어지는 사지의 반대측 감각피질부위(C3' 또는 C4')에 해당하는 두피에 부착시키고 기준전극(reference electrode)은 네 개의 채널 모두 이마의 중앙에(Fz) 부착시키며 접지전극(ground)은 전완(forearm)에 부착시킨다(Fig. 2).^{18,50)}

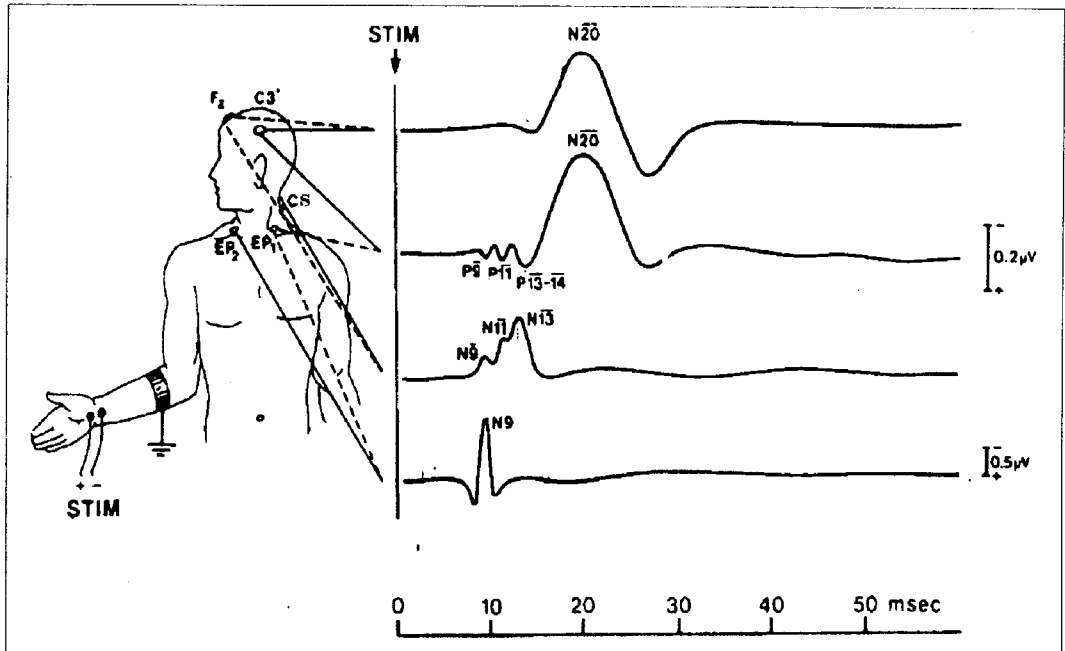


Fig. 2 Schematic diagram of normal SEPs to arm stimulation tracing, from bottom to top, show clavicular SEP(Erb's potential point, N9), cervical SEP(N13), far-fields SEP recorded between scalp and noncephalic reference electrodes, and scalp SEP recorded between scalp and cephalic reference electrodes(N20), Negativity at the electrodes connected with a solid line in the diagram at the left is plotted upward.

하지 검사시 기록전극은 두 개의 채널을 이용하여 ch1은 요추부(L2S), ch2는 정중신경 검사시와 마찬가지로 International 10~20 EEG recording system에 의해 감각피질부에 해당하는 두피(Cz'; Cz 2cm 후방)에 부착시키고 기준전극을 요추부는 자극하는 하지의 동측 장골능(iliac crest)에 부착하고 두피부(Cz')에서는 이

마의 중앙(Fz)에 부착시킨다(Fig. 3).^{18,50)}

③ 자극빈도 : 자극빈도에 대해서는 다양한 주장이 제기되고 있으며 학자에 따라 4~7 Hz, 1~5 Hz, 3 Hz 등을 추천하고 있으나 일반적으로 3 Hz를 권장하고 있다.²⁰⁾ 그러나 몇몇 학자들은 60 Hz power-line artifact를 피하기 위해 3.1 Hz를 권하기도 한다.³⁴⁾

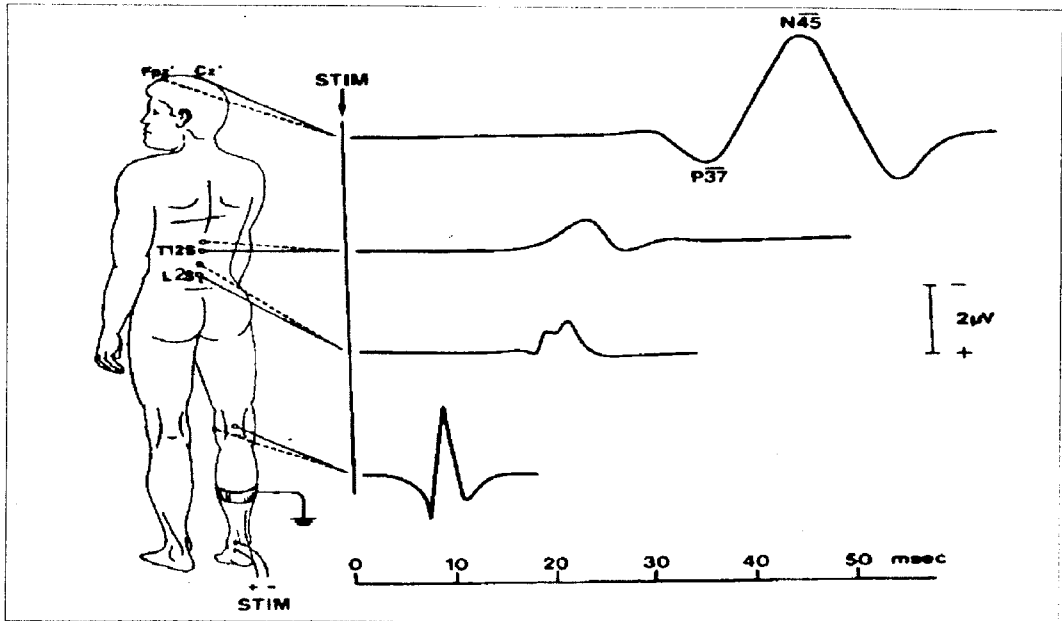


Fig. 3 Schematic diagram of normal SEPs to stimulation of the posterior tibial nerve at the ankle. Tracings, from bottom to top, show popliteal fossa potential, lumbar and low thoracic spinal potentials, and scalp SEP. Negativity at the electrodes connected with a solid line in the diagram at the left in plotted upward.

④ 필터링(filtering) : 유발전위는 작은 진폭 때문에 뇌파나 기타 잡파들을 제거하지 아니하고는 알아보기가 불가능하다.⁴⁷⁾ 그래서 이러한 잡파들을 제거하고 유발전위만을 평균화 하기 위해서는 필터링이 필요하다. 체성감각 유발전위에 사용되는 필터링은 크게 둘로 나눌 수 있는데 10 Hz에서 3 KHz를 포함하는 넓은 범위의 필터링과 300 Hz에서 2 KHz를 포함하는 좁은 범위의 필터링이 있다. 체성감각 유발전위 검사시 중요한 진단 가치를 가지는 short latency(팔을 자극할 때 25msec 미만의 latency와 다리를 자극할 때 45 msec 미만의 latency)⁴⁷⁾를 기록하기 위해서는 넓은 범위의 필터링이 권장되고 있다.^{20, 47)}

비정상 체성감각 유발전위

비정상의 기준은 기술적인 문제점을 배제한

상태에서^{29, 50)} 정중신경 자극의 경우 쇄골부에서 발생하는 N9와 제 2경추부에서 발생하는 N13과 반대측 대뇌감각 피질부(C3' or C4')에서 발생하는 N20, 그리고 후경골 신경을 자극하는 경우 요추부에서 발생하는 LN1(N20)과 대뇌감각 피질부에서 발생하는 P1(P37) 등의 각 파가 나타나지 않거나 각 파의 잠복기가 표준편차(standard deviation : SD) 2.5 이상 연장될 때와 N9과 N13파의 잠복기의 차 및 N13과 N20파의 차 그리고 LN1(N20)과 P1(P37)파의 잠복기의 차가 2.5 SD 이상 연장될 때와¹⁰⁾ 반대측과 비교하여 진폭이 50 % 이상의 감소가 있을 경우를 기준으로 삼고 있다.²³⁾

정중신경의 경우 모든 기록부에서 각 파들이 소실되는 경우는 적절치 못한 자극이나 자극기와 자극에 대한 반응을 평균내는 기기의 동시 작동 결여 및 기록전극의 결함이 원인이 될 수 있다. 모든 기록부에서 각 파들의 잠복시가 증

가되는 경우는 저체온증(hypothermia)과^{39,50,51)} 자극부 및 기록전극 사이의 잘못된 거리 계산이 원인이 될 수 있다. N9의 파형이 소실되는 경우라도 정상적인 N13과 N20파의 출현은 정상상을 의미한다. N9의 소실과 N13과 N20의 소실 또는 지연의 경우 말초신경 또는 상완신경총(brachial plexus)의 병변을 의심할 수 있으며 N9잠복시 증가와 N13과 N20의 동일한 잠복시 증가의 경우에서 말초 전도속도 감소와 함께 정상적인 증추 전도시의 출현은 말초신경 또는 신경총의 병변이다. N9-N13 전도시의 증가와 함께 정상적인 N13의 진폭과 모양, 정상적인 말초신경 전도속도 그리고 정상적인 N13-N20전도시의 출현은 상완 신경총 상부와 하부 연수(lower medulla) 아래의 손상을 예상할 수 있고 N13파의 소실과 N20파의 소실 또는 지연은 상완신경총 상부와 하부 연수 아래 또는 하부 연수 손상을 예상할 수 있다. N13-N20 증추전도시의 증가와 함께 정상적인 N9-N13 증추전도시와 정상적인 말초전도속도를 가진 경우는 하부 연수 상부와 체성감각 피질 또는 체성감각 피질 아래의 손상을 예상할 수 있으며 N20 소실과 정상적인 N9-N13 전도시와 정상적인 말초전도속도를 가지는 경우는 하부연수 상부와 체성감각 피질 또는 체성감각피질 아래의 손상을 예상할 수 있다. 결국 말초 전도속도의 감소와 증추전도시의 증가 경우는 말초신경 또는 상완신경총의 병변과 증추손상을 가진 경우를 예상할 수 있다.

후경골신경 자극시 모든 기록부에서 각 파들이 소실되는 경우에도 정중신경 검사시와 마찬가지로 적당치 못한 자극이나 자극기와 자극에 대한 반응을 평균내는 기기의 동시적 전달 결여 및 기록전극의 결합이 원인이 될 수 있으며 모든 기록부에서 각 파들의 잠복시 증가의 경우는 저체온증과 자극과 기록전극 사이의 잘못된 거리계산이 원인이 될 수 있다. LN1 전위의 소실과 정상적인 두피 전위가 나타나는 경우는 정상이라고 판단할 수 있으며 LN1의 말초전도속도 감소의 경우 cauda equina 아래의

병변을 예상할 수 있다. 정상적인 LN1과 증추전도속도 감소의 경우는 cauda equina 상부와 체성감각피질 하부 또는 체성감각 피질의 병변을 예상할 수 있고 두피 전위 소실의 경우는 cauda equina상부와 체성감각피질 하부 또는 체성감각피질의 병변을 예상할 수 있다. 말초전도속도 감소와 증추전도속도 감소의 경우는 cauda equina상부와 하부의 병변 또는 cauda equina 또는 하부 척수 중 하나의 병변을 예상할 수 있다.⁵⁰⁾

맺음말

유발전위 반응의 검사법은 신경계의 생리학적 기능을 평가하고자 하는 방법으로 지난 20여년간 유발전위 검사 방법을 임상적 여러 부분에서 사용한 결과 현재는 신경계의 기능을 객관적으로 측정,평가할 수 있다는데에 큰 의의를 두어 크게 각광을 받고 있다.^{42,60)} 특히 체성감각 유발전위 반응은 다른 유발전위 반응에 비하여 말초신경, 척수, 뇌간, 시상부 및 대뇌 등의 장측의 신경기능을 검사할 수 있어 가장 많이 이용되는 검사이다. 따라서 말초신경 질환, 척수손상, 경추척추증에 의한 척수증, 뇌간, 시상부 대뇌피질의 손상, 뇌졸중, 종양 및 다발성 경화증에 대한 신경학적 기능과 예후 판정 등에 이용되고 있다.⁵²⁾ 또한 정형외과에서 척추 측만증의 교정수술시나 흉부외과의 심장수술시 척수의 손상이나 허혈을 예방하는 감시 장치로 활용이 기대되고 있으며^{12,21,44,45,46,49)} 신경과를 위시하여 신경외과, 안과, 이비인후과, 소아과, 마취과, 재활의학과, 비뇨기과, 정신과 등에서 폭넓게 이용될 수 있다.^{8,48,55)}

임상에서 유발전위 검사의 응용 방법은 유발전위의 특정한 파형이 나타는 모양과 유발될때까지의 잠복시와 잠복시차, 진폭을 판단하여 질병의 유무를 판단하고 있다. 그러나 이러한 진폭, 잠복시, 잠복시차, 파형의 모양이 검사마다 검사기 기종의 차이, recording parameter의 불일치, 검사자마다 조금씩 다른 검사방법

의 차이 그리고 피검자의 차이(예를 들어 서양인과 동양인 체형의 차이) 등으로 인하여 각각의 검사실이 하나의 공통된 정상치를 기준으로 삼는다는 것은 불가능하고 검사의 정확성을 저해하는 행위이다. 그러므로 각각의 검사실은 검사실 운영에 앞서 검사실 마다의 고유한 정상치 획득이 선행되어야 할 것으로 사료된다.

이상으로 살펴본 저자들의 소고가 유발전위에 관심을 기울이는 계기가 되길 바라며 임상에서 질환 부위와 손상 정도, 치료효과의 비교평가 등에 객관적인 평가도구로서 유용하게 활용되어지기를 바란다.

참고문헌

1. 김국기, 임영진, 김태성, 김광명, 이봉암, 임언 : 유발전위 반응의 정상치. 대한 의학협회지., 29권 8호 : 865-873, 1986.
2. Abbruzzese G, Abbruzzese M & Cocite L, et al : Conduction time of the lemniscal pathway in male and female. Acta Neurol Scand, 92 : 132-136, 1980.
3. Abramson DI, Hlavova A & Rickert B, et al : Effect of ischemia on median and ulnar motor nerve conduction velocities at various temperatures. Arch Phys Med Rehabil, 51 : 463-470, 1970.
4. Anziska B & Cracco RQ : Short latency somatosensory evoked potential in patients with focal lesions of the nervous system. Electroenceph Clin Neurophysiol, 49 : 227-237, 1980.
5. Blair AW : Sensory examinations using electrically induced somatosensory potentials. Dev Med Child Neurol, 13 : 447-455, 1971.
6. Braddom RL & Johnson EW : Standardization of H reflex and diagnostic use in S1 radiculopathy. Arch Phys Med Rehabil, 55 : 161-166, 1974.
7. Brazier MAB : Pioneers in the discovery of evoked potential. Electroenceph Clin Neurophysiol, 59 : 2-8, 1984.
8. Chiappa KH & Ropper AH : Evoked potentials in clinical medicine. New England J. Med, 306 : 1140-1148, 1205-1210, 1982.
9. Chu NS : Somatosensory evoked potentials correlations with height. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 65 : 169-176, 1986.
10. Cole JL, Pavo AP, Goldberg G & Spielholz NL : Central nervous system electrophysiology. In Delisa J.A.(ed) : Rehabilitation medicine : Principles and practice, J.B Lippincott, Philadelphia, : 228-256. 1988.
11. Cracco RQ & Cracco JB : Somatosensory evoked potential in man : Far field potentials. Electroenceph Clin Neurophysiol, 41 : 460-466, 1976.
12. Croft JT, Brodkey JS & Nulson FF : Reversible spinal cord trauma : A model for electrical monitoring of spinal cord function. J Neurosurg, 36 : 402-406, 1972.
13. Dawson GD : A summation for detection of small evoked potentials. Electroenceph Clin Neurophysiol 6 : 65-84, 1954.
14. Dawson GD : A summation technique for detecting small signals in a large irregular background. J Physiol(Lond), 115 : 2-3, 1951.
15. Dawson GD : Cerebral responses to nerve stimulation in man. Br Med Bull, 6 : 326, 1950.
16. Dawson GD : Cerebral response to electrical stimulation of peripheral nerve in man. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 10 : 134-140, 1947.
17. Desmedt JE, Cheron G : Central somatosensory conduction in man : Neural generators and interpeak latencies of the far field components recorded from neck and

- right or left scalp and ear lobes. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 50 : 382–403, 1980.
18. Eisen A : The somatosensory evoked potential : Recording technique and application, In Goodgold J(ed) : *Rehabilitation medicine*, Mosby saint louis, 26–44, 1988.
 19. Eisen A : The use of somatosensory evoked potentials for the evaluation of the peripheral nervous system. *Neurol Clin*, 6 : 825. 1988.
 20. Eisen A & Aminoff MJ : Somatosensory evoked potential, In Aminoff MJ(ed) : *Electrodiagnosis in clinical neurology*, Churchill Livingstone, Edinburgh, 535–573, 1986.
 21. Engler LL, Spielhorz NI, Bernhard WN, Dansiger F Merkin & Wolf T : Somatosensory evoked potential during Harrington instrumentation for scoliosis. *J Bone surg* 60(A), 528–532, 1978.
 22. Gibin DR : Somatosensory evoked potentials in health subject and in patients with lesions of the nervous system. *Ann N.Y Acad Sci*, 112 : 93–142, 1982.
 23. Goodgold J & Eberstein A : *Electrodiagnosis of neuromuscular disease*. Williams & Wilkins Co, 60–1228, 1977.
 24. Goodridge A, Eisen A & Hoirsch M : Paraspinal stimulation to elicit somatosensory evoked potentials : an approach to physiological localization of spinal lesions. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 68 : 265, 1987.
 25. Halar EM, Delisa JA & Brozovich FV : Nerve conduction velocity : Relationship of skin, subcutaneous, and intramuscular temperatures. *Arch Phys Med Rehabil*, 61 : 199–203. 1980.
 26. Halliday AM : Evoked brain potential : How far have we come since 1875, In Barber C(ed) : *Evoked potential*, MTP, 1980.
 27. Halliday AM & Wakefield GS : Cerebral evoked potential in patients with dissociated sensory loss. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 26 : 211–219, 1963.
 28. Hashimoto I, Yoshikawa K & Sasaki M : Latencies of peripheral nerve and cerebral evoked responses to air puff and electrical stimuli. *Muscle nerve*, 13 : 1099–1104, 1990.
 29. Jeffrey HO & Hallowell D : *Somatosensory EPs. Evoked potential testing*. Grune & Stratton. INC, 1985.
 30. Jones SJ : Investigation of brachial plexus traction lesions by peripheral and spinal somatosensory evoked potential. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 42 : 107–116, 1979.
 31. Kagigi R & Jones SJ : Effects on median nerve SEPs of tactile stimulation applied to adjacent and remote areas of the body surface. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 62 : 252–265, 1985.
 32. Kimura J : F wave velocity in the central segment of the median and ulnar nerves : A study in normal subjects and in patients with Charcot–Marie–Tooth disease. *Neurology*, 24 : 539–546, 1974.
 33. Kimura J, Basch P & Linsay GM : F wave conduction velocity in the cerebral segment of the peroneal and tibial nerves. *Arch Phys Med Rehabil*, 56 : 492–497, 1975.
 34. Kraff GH : Somatosensory evoked potentials from upper extremity nerve stimulation normal data, Stimulation recording techniques. From proceedings of 23rd annual clinical meeting, Northwest Association of physical medicine & Rehabilitation, Seattle, 1986. 9.
 35. Larson SJ, Sances A, & Christenson PC :

- Evoked somatosensory potentials in man. *Arch Neurol*, 15 : 88–93, 1966.
36. Lastimosa ACB, Bass NH, Stanback K & Norvell EE : Lumbar spinal cord and early cortical evoked potentials after tibial nerve stimulation : Effects of stature on normative data. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 54 : 499–507, 1982.
 37. Leandri M, Parodi CI & Favale E : Normative data on scalp responses evoked by infraorbital nerve stimulation. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 71 : 415, 1988.
 38. Luders H : General principles of somatosensory evoked potential recording, Handout of lectures in electrodiagnosis, University of Washington, 1986.
 39. Markand ON, Warren C, Malik GS, King RD, Brown JW & Mahomed Y : Effects of hypothermia on short latency somatosensory evoked potentials in humans. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 77 : 416–424, 1990.
 40. Manguiere F, Desmott JE & Courjon J : Neural generators of N18 and P14 far-field somatosensory evoked potential studies in patients with lesion of thalamic or thalamo-cortical radiation. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 56 : 283–293, 1983.
 41. Manguiere F & Courjon J : The origin of short-latency somatosensory evoked potential in human. *Ann Neurology*, 9 : 607–611, 1980.
 42. Monar GE : Pediatric rehabilitation, 2nd ed, Wiliam & Wilkins Co, 1992.
 43. Namerow NS : Somatosensory evoked responses in multiple sclerosis patients with varying sensory loss. *Neurology*, 18 : 1197–1204, 1968.
 44. Nash CL Jr, Brodkey JS & Croft TJ : A model for electrical monitoring of spinal cord function in scoliosis patients undergoing correction. In proceedings of the scoliosis research society. *J Bone Joint surg*, 54–A : 197–198, 1972.
 45. Nash CL Jr, Schatzinger L & Long R : Intraoperative monitoring of spinal cord function during scoliosis spine surgery. *J Bone Joint surg*, 56–A : 1765 Dec 1974.
 46. Nash CL Jr, Lorig RA, Schatzinger LA & Brown RH : Spinal cord monitoring during operative treatment of the spine. *Clin Orthop*, 126 : 100–105, 1977.
 47. Oh shin J : Clinical electromyography nerve conduction studies ; Somato-sensory evoked potential in peripheral nerve lesion. *Williams & Wilkins Co*. 447–478, 1992.
 48. Oh shin J : Cerebral evoked potentials ; Their clinical application. *Alabama J Med Sci*, 17 : 308–314, 1980.
 49. Perot PL Jr : The clinical use of somatosensory evoked potentials in spinal cord injury. *Clin Neurophysiol*, 20 : 367–382, 1973.
 50. Rainer S : Evoked Potential primer ; Somatosensory evoked potential. *Butterworth Publishers*, 278–364, 1985.
 51. Russ W, Sticher J, Scheld H & Hempelmann G : Effects of hypothermia of somato-sensory evoked responses in man. *Br J Anesth*, 59 : 1484–1491, 1987.
 52. Sitzolou K, Fotiou F, Tsisopolous P & Vidalis A : Central somatosensory conduction time from infancy to childhood. *Electromyogr Clin Neurophysiol*, 27 : 223–228, 1987.
 53. Slimp JS : Dermatomal somatosensory evoked potential ; Cervical, thoracic and lumbosacral levels. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 84 : 55–70, 1992.
 54. Starr A : Sensory evoked potential in clinical

- cal disorders of the nervous system. *Ann Rev Neurosci*, 1 : 103–127, 1978.
55. Stockard JJ & Iragui VJ : Clinically useful applications of evoked potentials in adult neurology. *J Clin Neurophysiol*, 1 : 159–202, 1984.
56. Symon L : Central conduction time as an index of ischemia in subarach hemorrhage. *J Neurol Sci*, 44 : 95–103, 1979.
57. Tsuji S, Shibasaki H & Koto M, et al : Subcortical, Thalamic and cortical somatosensory evoked potential to median nerve stimulation. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 59 : 465–476, 1984.
58. Wang J, Cohen LG & Hallett M ; Scalp topography of somatosensory evoked potentials following electrical stimulation of femoral nerve. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 74 : 112, 1989.
59. Wiederholt WC & Iragui-Madoz VJ : Far-field somatosensory potentials in the Rat. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 42 : 456–465, 1977.
60. Willis J, Duncan MC, Bell R, Pappas F & Moniz M : Somatosensory evoked potentials predict neuro motor outcome after periventricular hemorrhage. *Dev Med Chil Neurol*, 31 : 435–439, 1989.